

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-062901

(43)Date of publication of application : 28.02.2002

(51)Int.Cl.

G05B 9/02

G05B 23/02

G06F 3/00

G06F 3/14

G06F 19/00

(21)Application number : 2000-248890

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 18.08.2000

(72)Inventor : OGAWA KAZUO

ITO MIKIRO

ITAYA MASAO

ASANO MASAYUKI

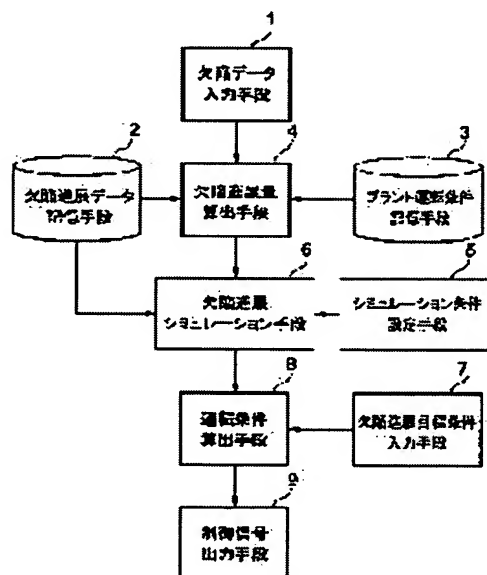
KIKUCHI MASAOKI

## (54) PLANT OPERATION CONTROL DEVICE, PLANT OPERATION CONTROL METHOD AND STORAGE MEDIUM STORING PLANT OPERATION CONTROL PROGRAM

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a plant operation control device allowable to cope with efficient plant maintenance plan and works, a control method therefor, and a storage medium storing a control program for the method.

SOLUTION: This plant operation control device is provided with a defect data input means for inputting defect data, a defect development data storing means for storing defect proceed data, a plant operation condition storing means for storing an operating condition sequence of a plant, a defect development amount calculating means for taking the defect development data and the operating condition sequence and calculating the development amount of defect, a simulation condition setting means for setting an operating condition for simulating the defect development under the condition different from the operating condition, a defect development simulating means for simulating the defect development according to the sequence under the operating condition, a defect development target condition inputting means for inputting a defect development target condition, an operating condition calculating means for calculating a plant operation condition conformable to the condition, and a control signal outputting means for outputting the operating condition as a control signal.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

12.08.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-62901

(P2002-62901A)

(43) 公開日 平成14年2月28日 (2002.2.28)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト* (参考)
G 0 5 B 9/02		G 0 5 B 9/02	A 5 B 0 4 9
23/02		23/02	T 5 B 0 6 9
G 0 6 F 3/00	6 5 2	G 0 6 F 3/00	6 5 2 C 5 E 5 0 1
3/14	3 2 0	3/14	3 2 0 C 5 H 2 0 9
19/00	1 1 0	19/00	1 1 0 5 H 2 2 3
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)			

(21) 出願番号 特願2000-248890 (P2000-248890)

(22) 出願日 平成12年8月18日 (2000.8.18)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72) 発明者 小川 和夫

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 伊藤 幹郎

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

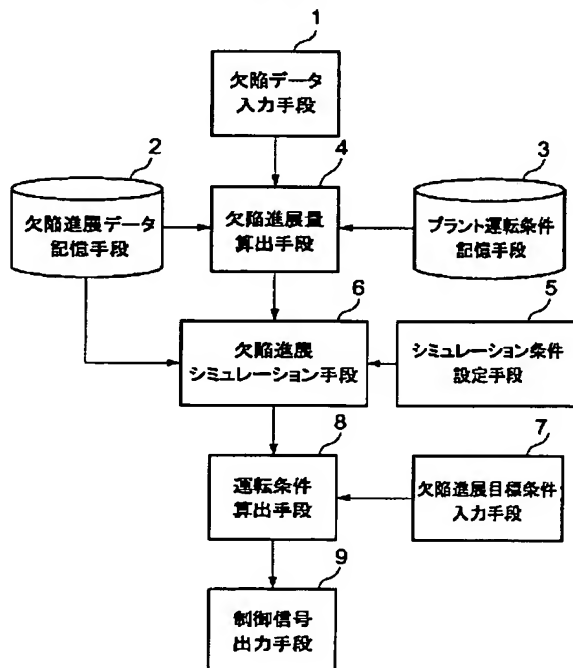
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラント運転制御装置、プラント運転制御方法およびプラント運転制御プログラムを記憶した記憶媒体

(57) 【要約】

【課題】 効率的なプラント保全計画、工事に対応することを可能とするプラント運転制御装置、その制御方法、その制御プログラムを記憶した記憶媒体を提供。

【解決手段】 欠陥データを入力する欠陥データ入力手段と、欠陥進展データを記憶する欠陥進展データ記憶手段と、プラントの運転条件シーケンスを記憶するプラント運転条件記憶手段と、欠陥進展データと運転条件シーケンスを取り出し欠陥の進展量を算出する欠陥進展量算出手段と、前記運転条件と異なる条件での欠陥進展をシミュレーションするための運転条件を設定するシミュレーション条件設定手段と、この運転条件でのシーケンスに従い欠陥進展をシミュレーションする欠陥進展シミュレーション手段と、欠陥進展目標条件を入力する欠陥進展目標条件入力手段と、この条件に適合するプラント運転条件を算出する運転条件算出手段と、この運転条件を制御信号として出力する制御信号出力手段と、を具備。



# 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 プラント機器を構成する材料の欠陥に係る欠陥データを入力する欠陥データ入力手段と、プラント構成材料に相当する材料に係る欠陥進展データを記憶する欠陥進展データ記憶手段と、運転条件が時間の経過とともに変動するプラントの運転条件シーケンスを記憶するプラント運転条件記憶手段と、前記欠陥進展データ記憶手段と前記プラント運転条件記憶手段から欠陥進展データと運転条件シーケンスを取り出し、当該欠陥の進展量を算出する欠陥進展量算出手段と、前記運転条件と異なる条件での欠陥進展をシミュレーションするための運転条件を設定するシミュレーション条件設定手段と、このシミュレーション条件設定手段で設定された運転条件でのシーケンスに従い、欠陥進展をシミュレーションする欠陥進展シミュレーション手段と、欠陥進展時間及び欠陥進展量からなる欠陥進展目標条件を入力する欠陥進展目標条件入力手段と、この欠陥進展目標条件入力手段で入力された条件に適合するプラント運転条件を算出する運転条件算出手段と、この運転条件算出手段で算出された運転条件を制御信号として出力する制御信号出力手段と、を具備したことを特徴とするプラント運転制御装置。

【請求項 2】 前記シミュレーション条件設定手段に、当該欠陥の存在する部位の欠陥進展に影響するパラメータを測定できるセンサーからその欠陥進展に影響するパラメータのデータを受け、欠陥進展シミュレーションに用いることを可能とするモニタリングデータ入力手段を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載のプラント運転制御装置。

【請求項 3】 プラントの点検中または運転中に発見された当該欠陥に対し、その寸法、方向、数等からなる数値演算可能な値を前記欠陥データとすることを特徴とする請求項 1 に記載のプラント運転制御装置。

【請求項 4】 プラントの点検中または運転中に発見された欠陥の形状を、発見された形状とは異なる形状にモデル化したものを前記欠陥データとして入力することを特徴とする請求項 1 に記載のプラント運転制御装置

【請求項 5】 発見された欠陥を、当該欠陥が含まれる部材の主応力面に投影することにより平面欠陥に置き換え、さらにその形状を半楕円形状または楕円形状にモデル化したものを前記欠陥データとして入力することを特徴とする請求項 3 または 4 に記載のプラント運転制御装置。

【請求項 6】 前記プラント運転条件記憶手段に代え、当該プラントの設計条件で定められた温度、応力等を欠陥進展量を算出するための負荷条件データとして保存するプラント負荷条件記憶手段を備えたことを特徴とする請

求項 1 に記載のプラント運転制御装置。

【請求項 7】 プラント機器を構成する材料の欠陥に係る欠陥データを入力する工程と、プラント構成材料に相当する材料に係る欠陥進展データを用い、運転条件が時間の経過とともに変動するプラントの運転条件シーケンスに従って当該欠陥の進展量を算出する工程と、前記運転条件と異なる条件での欠陥進展をシミュレーションするための運転条件を設定する工程と、その設定された運転条件でのシーケンスに従い、欠陥進展をシミュレーションする工程と、欠陥進展時間及び欠陥進展量からなる欠陥進展目標条件を入力する工程と、その条件に適合するプラント運転条件を算出する工程と、算出された運転条件を制御信号として出力する工程と、を有することを特徴とするプラント運転制御方法。

【請求項 8】 コンピュータを、プラント機器を構成する材料の欠陥に係る欠陥データを入力する欠陥データ入力手段、プラント構成材料に相当する材料に係る欠陥進展データを記憶する欠陥進展データ記憶手段、運転条件が時間の経過とともに変動するプラントの運転条件シーケンスを記憶するプラント運転条件記憶手段、前記欠陥進展データ記憶手段と前記プラント運転条件記憶手段から欠陥進展データと運転条件シーケンスを取り出し、当該欠陥の進展量を算出する欠陥進展量算出手段、前記運転条件と異なる条件での欠陥進展をシミュレーションするための運転条件を設定するシミュレーション条件設定手段、このシミュレーション条件設定手段で設定された運転条件でのシーケンスに従い、欠陥進展をシミュレーションする欠陥進展シミュレーション手段、欠陥進展時間及び欠陥進展量からなる欠陥進展目標条件を入力する欠陥進展目標条件入力手段、この欠陥進展目標条件入力手段で入力された条件に適合するプラント運転条件を算出する運転条件算出手段、この運転条件算出手段で算出された運転条件を制御信号として出力する制御信号出力手段、として機能させるためのプラント運転制御プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、プラントの運転制御装置、その制御方法、およびその制御プログラムを記憶した記憶媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】 構造物の運用中の安全性、健全性の確保に関する規定として、その構造物を構成する材料に欠陥

が存在した場合でも、運用期間中における欠陥の進展量が予測でき、危険な寸法に達する前に修理・交換できるならば、欠陥の存在を許容し運転を続けることができるという、欠陥許容運転の概念がある。

【0003】この概念をプラント運転に適用する場合、定期的な検査でプラント機器表面あるいは内部に欠陥が検出された時に、次の検査時またはプラント耐用期間末期のいずれかで指定される評価期間末期までの、当該欠陥を起点とする欠陥進展量を計算により予測する。そして、その予測寸法が許容値以下と判定されれば、評価期間末期まで欠陥の存在を許容したままの運転継続すなわち欠陥許容運転が許可されるが、前記予測寸法が許容値を超えたと判定されれば、欠陥が検出された機器に対して、評価期間末期までの修理・交換が要求される。

【0004】以上の欠陥進展量の計算において、評価期間末期までに欠陥に付加される温度、応力等の負荷条件は、プラント運転計画にて予め定められた運転条件により計算される。すなわち、検出された欠陥のその後の進展挙動は、検出された時の欠陥寸法と運転計画により一義的に決定される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来のプラント欠陥許容運転においては、欠陥が発見された場合、プラント運転計画で定められた運転条件に従い、欠陥許容運転の可否およびその許容運転期間の長さは受動的に決定され、変更できない。したがって、許容運転期間が次の定期点検時期までの期間より短い場合は、欠陥が発見された定期点検の間に修理・交換を行うか、あるいは次期定期点検までの運転中にプラントを止め、修理・交換を行わなければならない。

【0006】本発明の目的は、欠陥許容運転の可否の変更あるいはその許容運転期間の変更を可能にするようなプラント運転制御を行うことにより、欠陥が検出された機器の修理あるいは交換の時期ならびにそれらの範囲を、経済的に有利な時期あるいは範囲に変更し、効率的なプラント保全計画、工事に対応することを可能とするプラント運転制御装置、プラント運転制御方法およびプラント運転制御プログラムを記憶した記憶媒体を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決し目的を達成するために、本発明のプラント運転制御装置、プラント運転制御方法およびプラント運転制御プログラムを記憶した記憶媒体は以下の如く構成されている。

【0008】(1) 本発明のプラント運転制御装置は、プラント機器を構成する材料の欠陥に係る欠陥データを入力する欠陥データ入力手段と、プラント構成材料に相当する材料に係る欠陥進展データを記憶する欠陥進展データ記憶手段と、運転条件が時間の経過とともに変動するプラントの運転条件シーケンスを記憶するプラント運

転条件記憶手段と、前記欠陥進展データ記憶手段と前記プラント運転条件記憶手段から欠陥進展データと運転条件シーケンスを取り出し、当該欠陥の進展量を算出する欠陥進展量算出手段と、前記運転条件と異なる条件での欠陥進展をシミュレーションするための運転条件を設定するシミュレーション条件設定手段と、このシミュレーション条件設定手段で設定された運転条件でのシーケンスに従い、欠陥進展をシミュレーションする欠陥進展シミュレーション手段と、欠陥進展時間及び欠陥進展量からなる欠陥進展目標条件を入力する欠陥進展目標条件入力手段と、この欠陥進展目標条件入力手段で入力された条件に適合するプラント運転条件を算出する運転条件算出手段と、この運転条件算出手段で算出された運転条件を制御信号として出力する制御信号出力手段と、から構成されている。

【0009】本発明のプラント運転制御装置によれば、欠陥データの入力情報と予め記憶している欠陥進展データを用い、欠陥進展時間及び欠陥進展量からなる欠陥進展目標条件を設定でき、それを満足するような運転制御パラメータが算出されることにより、欠陥が検出された機器の修理・交換の時期を変更することが可能となるプラント運転制御を実現できる。

【0010】(2) 本発明のプラント運転制御装置は上記(1)に記載の装置であり、かつ前記シミュレーション条件設定手段に、当該欠陥の存在する部位の欠陥進展に影響するパラメータを測定できるセンサーからその欠陥進展に影響するパラメータのデータを受け、欠陥進展シミュレーションに用いることを可能とするモニタリングデータ入力手段を備えている。

【0011】本発明のプラント運転制御装置によれば、プラント運転中での欠陥進展に影響するパラメータのモニタリングデータを欠陥進展計算に用いることにより、進展シミュレーションの精度を上げることができる。

【0012】(3) 本発明のプラント運転制御装置は上記(1)に記載の装置であり、かつプラントの点検中または運転中に発見された当該欠陥に対し、その寸法、方向、数等からなる数値演算可能な値を前記欠陥データとする。

【0013】本発明のプラント運転制御装置によれば、欠陥データがデジタルデータ等の数値演算可能な値として欠陥進展量算出手段に転送されるので、計算処理の自動化、処理速度の向上が達成できる。

【0014】(4) 本発明のプラント運転制御装置は上記(1)に記載の装置であり、かつプラントの点検中または運転中に発見された欠陥の形状を、発見された形状とは異なる形状にモデル化したものを前記欠陥データとして入力する。

【0015】本発明のプラント運転制御装置によれば、欠陥進展計算がモデル化された欠陥に対する従来の破壊力学を適用することで容易に実施できる。

【0016】（５）本発明のプラント運転制御装置は上記（３）または（４）に記載の装置であり、かつ発見された欠陥を、当該欠陥が含まれる部材の主応力面に投影することにより平面欠陥に置き換え、さらにその形状を半楕円形状または楕円形状にモデル化したものを前記欠陥データとして入力する。

【0017】本発明のプラント運転制御装置によれば、欠陥進展計算において、従来の破壊力学計算式が利用できる。

【0018】（６）本発明のプラント運転制御装置は上記（１）に記載の装置であり、かつ前記プラント運転条件記憶手段に代え、当該プラントの設計条件で定められた温度、応力等を欠陥進展量を算出するための負荷条件データとして保存するプラント負荷条件記憶手段を備えている。

【0019】本発明のプラント運転制御装置によれば、プラントの構造設計に当たり設定した負荷条件ベースの欠陥進展計算が可能になる。

【0020】（７）本発明のプラント運転制御方法は、プラント機器を構成する材料の欠陥に係る欠陥データを入力する工程と、プラント構成材料に相当する材料に係る欠陥進展データを用い、運転条件が時間の経過とともに変動するプラントの運転条件シーケンスに従って当該欠陥の進展量を算出する工程と、前記運転条件と異なる条件での欠陥進展をシミュレーションするための運転条件を設定する工程と、その設定された運転条件でのシーケンスに従い、欠陥進展をシミュレーションする工程と、欠陥進展時間及び欠陥進展量からなる欠陥進展目標条件を入力する工程と、その条件に適合するプラント運転条件を算出する工程と、算出された運転条件を制御信号として出力する工程と、を有する。

【0021】本発明のプラント運転制御方法によれば、欠陥データの入力情報と予め記憶している欠陥進展データを用い、欠陥進展時間及び欠陥進展量からなる欠陥進展目標条件を満足するような運転制御パラメータが算出されることにより、欠陥が検出された機器の修理・交換の時期を変更することが可能となる。

【0022】（８）本発明のプラント運転制御プログラムを記録した記憶媒体は、コンピュータを、プラント機器を構成する材料の欠陥に係る欠陥データを入力する欠陥データ入力手段、プラント構成材料に相当する材料に係る欠陥進展データを記憶する欠陥進展データ記憶手段、運転条件が時間の経過とともに変動するプラントの運転条件シーケンスを記憶するプラント運転条件記憶手段、前記欠陥進展データ記憶手段と前記プラント運転条件記憶手段から欠陥進展データと運転条件シーケンスを取り出し、当該欠陥の進展量を算出する欠陥進展量算出手段、前記運転条件と異なる条件での欠陥進展をシミュレーションするための運転条件を設定するシミュレーション条件設定手段、このシミュレーション条件設定手段

で設定された運転条件でのシーケンスに従い、欠陥進展をシミュレーションする欠陥進展シミュレーション手段、欠陥進展時間及び欠陥進展量からなる欠陥進展目標条件を入力する欠陥進展目標条件入力手段、この欠陥進展目標条件入力手段で入力された条件に適合するプラント運転条件を算出する運転条件算出手段、この運転条件算出手段で算出された運転条件を制御信号として出力する制御信号出力手段、として機能させるためのプラント運転制御プログラムを記録しており、コンピュータ読み取り可能である。

【0023】本発明のプラント運転制御プログラムを記録した記憶媒体によれば、コンピュータにより、欠陥データの入力情報と予め記憶している欠陥進展データを用い、欠陥進展時間及び欠陥進展量からなる欠陥進展目標条件を満足するような運転制御パラメータが算出されることにより、欠陥が検出された機器の修理・交換の時期を変更することが可能とする。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0025】（第１の実施の形態）図１は、本発明の第１の実施の形態に係るプラント運転制御装置のブロック構成図で、図２はその作用説明図である。

【0026】図１に示すプラント運転制御装置は、欠陥データ入力手段１により、プラント機器を構成する材料の表面あるいは内部に発見された欠陥の大きさ等を表す欠陥寸法からなる欠陥データを入力する。欠陥進展データ記憶手段２は、予め材料試験等により取得したプラント構成材料に相当する材料についての欠陥進展データを記憶している。プラント運転条件記憶手段３は、温度、応力等の運転条件が時間の経過とともに変動するプラントの運転条件シーケンスを記憶している。

【0027】欠陥進展量算出手段４は、欠陥進展データ記憶手段２から得られる欠陥進展データを用い、プラント運転条件記憶手段３から得られる運転条件シーケンスに基づいて当該欠陥の進展量を算出する。シミュレーション条件設定手段５は、前記運転条件と異なる条件での欠陥進展をシミュレーションするための運転条件を設定する。欠陥進展シミュレーション手段６は、その設定された運転条件シーケンスに基づき欠陥進展データ記憶手段２から得られる欠陥進展データを用い欠陥進展をシミュレーションする。

【0028】欠陥進展目標条件入力手段７は、欠陥進展時間及び欠陥進展量からなる欠陥進展目標条件を入力する。運転条件算出手段８は、その入力条件に適合するプラント運転条件を算出する。制御信号出力手段９は、算出された運転条件を制御信号として出力する。

【0029】原子力発電プラント、火力発電プラント等では、そのプラントの運転時間の経過に伴い、疲労、応力腐食割れ（ＳＣＣ）あるいはクリープにより、あるい

はそれらの重畳により、プラント機器を構成する材料の内部または表面にき裂、割れ、ボイド等の欠陥が発生する。

【0030】図2に示すように、欠陥データ入力手段1では、処理11で、プラントの定期点検中あるいはプラント運転中にプラント機器を構成する材料の表面あるいは内部に発見された欠陥について、計測された欠陥の形状、大きさ、方向、欠陥数等のデータを欠陥データとして入力する。

【0031】ここで、定期点検で計測される欠陥寸法を欠陥データとする場合は、当該欠陥が初めて発見された定期点検時に測定された寸法を使用することも、またその定期点検以降の検査において再計測された当該欠陥の寸法を欠陥データとして入力手段1で入力することもできる。

【0032】また欠陥データは、立体的な欠陥あるいは複雑な形状の欠陥を、当該欠陥が含まれる部材の主応力面に投影することにより平面欠陥に置き換え、さらにその形状を半楕円形状または楕円形状にモデル化したものに対して求めた欠陥寸法を入力データとしても良い。

【0033】欠陥進展量算出手段4では、処理14で、欠陥データ入力手段1で入力された欠陥寸法に対し、プラント運転条件記憶手段3に予め保存されている温度、応力等の運転パラメータからなるプラント運転条件に基づき、その欠陥に対する応力拡大係数K値を計算する。応力拡大係数の計算式は、種々の欠陥形状に対し簡易評価式がハンドブックなどにまとめられている。(参考: Murakami, Stress Intensity Factors Handbook, Pergamon Press, 1987) によって、それらの式を欠陥進展量算出手段4に内蔵しておけば良い。

【0034】応力拡大係数K値の計算には、欠陥を含む部材に負荷される応力値が必要であり、その応力値は、プラント運転条件記憶手段3に予め保存されている13に示すようなプラント運転条件から求める。

【0035】さらに、欠陥進展量の計算には、欠陥を含む部材の材料と同等の材料に対し設定された12に示すような欠陥進展線図からなる欠陥進展データが必要で、それらの欠陥進展データは欠陥進展データ記憶手段2に予め保管させる。欠陥進展線図は、疲労により進展する欠陥を対象とする場合は、疲労の繰返し負荷1サイクル当たりの欠陥進展速度 $da/dn$ と繰返し負荷の最大値と最小値に対応する応力拡大係数の差から求まる応力拡大係数範囲 $\Delta K$ との関係( $da/dn$  vs.  $\Delta K$ )で整理されたものとする。また、応力腐食割れ(SCC)により進展する欠陥を対象とする場合は、単位時間当たりの欠陥進展速度 $da/dt$ とSCC応力値から求まる応力拡大係数Kとの関係( $da/dt$  vs.  $K$ )で整理されたものとする。

【0036】以上により、欠陥進展量算出手段4では、欠陥データ入力手段1で入力された寸法を有する欠陥に対し、プラント運転条件記憶手段3で設定されている温

度、応力等の運転パラメータの時系列的なシーケンスに従った時間的な欠陥の成長予測を行うことができる。その結果、欠陥が当該欠陥を含む部材、機器、あるいはプラントの運転に支障を来す大きさに達する時期すなわち寿命、あるいは当該欠陥を含む部材、機器の修理・交換を必要とする時期、を予測することができる。言い換えれば、前記の寿命および修理、交換時期は、欠陥データ入力手段1で入力された欠陥寸法とプラント運転条件記憶手段3に設定された運転条件によって一義的に決定される。

【0037】欠陥進展シミュレーション手段6では、前記のプラント運転条件記憶手段3で設定されている運転条件とは異なる条件での時系列的シーケンスあるいは異なる運転パラメータにより、欠陥の成長予測を行う事ができる。

【0038】ここで、欠陥が含まれる部材が存在する雰囲気温度が異なると、欠陥進展速度は温度に依存し変化する。(参考: P.L.Andresen, Effects of Temperature on Crack Growth Rate in Sensitized Type304 Stainless Steel and Alloy600, Corrosion, vol.49, No.9, 1993, p.714)。

【0039】同様に、原子力発電プラントの機器表面に存在する欠陥のように、その欠陥内面がプラント冷却媒体と接するような場合には、欠陥進展速度は冷却媒体の流速(参考: 片田, 材料, 41巻, 1992, p.1648)、あるいは冷却媒体中の溶存酸素濃度(参考: 樋口, 鉄と鋼, 講演論文集86-S1529, p.245)に依存し変化する。

【0040】欠陥進展シミュレーション手段6で行う欠陥進展シミュレーションは、プラント運転条件記憶手段3で設定されているパラメータに限定されず、上記のように冷却媒体の流速、溶存酸素濃度等も含む欠陥進展速度に影響する様々な因子をパラメータとすることができる。このシミュレーション条件は、15に示すようにシミュレーション条件設定手段5で設定し、そのデータが欠陥進展シミュレーション手段6で読み込まれ、16に示すように欠陥進展シミュレーションが行われる。そのシミュレーション結果は、欠陥進展シミュレーションデータとして保存することができる。

【0041】欠陥進展目標条件入力手段7では、17に示すような目標とする欠陥進展量とそれに達するまでの時間とからなる欠陥進展目標条件を入力する。

【0042】運転条件算出手段8では、18に示すように、欠陥進展シミュレーション手段6でシミュレーションされた欠陥進展シミュレーションデータの中から、欠陥進展目標条件入力手段7で設定された欠陥進展目標条件を満足するシミュレーションデータを検索し、そのシミュレーション結果の入力データとなるシミュレーション条件設定手段5で設定したシミュレーション条件が運転条件として抽出される。

【0043】ここで、運転条件算出手段8において、前

記の欠陥進展目標条件が満足かどうかの判定処理に続き、その目標条件を満足したシミュレーション条件に従いプラントを運転した場合の運転コストを算出し、そのコストに対し経済的な判断を行い、前記欠陥進展目標条件を満足したシミュレーション条件についての最終的な採用判断を行っても良い。

【0044】なお、上記欠陥進展シミュレーションデータの中に、欠陥進展目標条件入力手段7で設定された欠陥進展目標条件を満足するデータが無い場合は、欠陥進展シミュレーション手段6による処理16に戻り、新たなシミュレーション条件で欠陥進展シミュレーションを再実行し、満足できるシミュレーション条件を求めることもできる。

【0045】ここで、前述したように、運転条件算出手段8で算出される運転条件を構成する制御パラメータは、プラント運転条件記憶手段3に予め保存されている温度、応力等の運転パラメータとは異なるパラメータにより構成することもできる。例えば、原子力発電プラント、火力発電プラントのように、その運転開始、停止を含む運転期間中に温度が過渡的に変化する高温機器の場合、局所的に作用する応力は温度変動に起因する熱応力による場合が多い。

【0046】図3の(a)～(c)は、運転条件の算出手順における運転パラメータの影響を示す図である。熱応力による欠陥進展を制御するパラメータとして、プラント最高温度、温度変動サイクルにおける最高温度と最低温度の差からなる温度変動幅、あるいは温度変動速度が挙げられる。図3の(a)に示すように最高温度に関してはそれが高いほど、図3の(b)に示すように温度変動幅に関してはそれが大きいほど、図3の(c)に示すように温度変動速度に関しては著しく遅い条件を除きそれが早いほど、一般に欠陥進展速度は早くなる。これらの特性を利用して、プラント最高温度、温度変動幅、あるいは温度変動速度のうちのいずれか、あるいはそれらを組合せ制御パラメータとして選択することができる。

【0047】制御信号出力手段9では、処理19で、運転条件算出手段8で抽出したシミュレーション条件がプラントの制御信号として出力される。

【0048】図4は、本第1の実施の形態における効果の一例を示す図である。定期検査で欠陥が発見され、その時点で設定されている運転条件に従い次期定期点検までの欠陥進展を予測した結果、次期定期点検に至る前に当該欠陥が発見された部位に許容される欠陥の大きさ $a_{cri}$ に達すると予測されたとする。この場合には、その欠陥が発見された定期点検の期間中あるいは次期定期点検に達する前の運転期間中に、欠陥が発見された機器の修理、交換が必要となる。ここで、予め定められた定期点検期間外に機器の修理、交換を行う場合は、そのためにプラントの運転を中断しなければならない。

【0049】本第1の実施の形態では、欠陥進展目標条件入力手段7において、目標欠陥進展量を図4に示す許容される欠陥の大きさ $a_{cri}$ に設定し、またそれに達する時間を次期定期点検までの時間あるいは次期定期点検以降の時間と設定する。そして運転条件算出手段8により、前記欠陥進展目標条件を満足するような、すなわち次期定期点検まで進展する欠陥の大きさが、機器の修理、交換を要する許容レベルには達しないような、新たな運転条件が算出される。

【0050】したがって、プラント運転条件を上記の新たに算出された運転条件に変更すれば、欠陥が発見された機器の修理、交換の時期を、次期定期点検時に合わせることで、あるいはそれ以降の許容欠陥の大きさに達するまでの時期に延ばすことが可能となる。

【0051】図5は、本第1の実施の形態における運転制御プログラムの処理手順を示すフローチャートである。欠陥データ入力手段1では、ステップS1で、プラントの定期点検中あるいはプラント運転中に発見された欠陥について、欠陥の形状、方向、大きさ(寸法)、数等からなる数値演算可能なデジタル値を欠陥データとして入力する。

【0052】続いて欠陥進展量算出手段4では、ステップS2で、欠陥データ入力手段1で入力された欠陥寸法を初期値として用い、プラント運転条件記憶手段3に予め保存されている温度、応力等の運転パラメータからなるプラント運転条件データに基づき、応力拡大係数K値を計算し、欠陥進展量を算出する。

【0053】ここで、応力拡大係数K値の計算には、欠陥を含む部材に負荷される応力値が必要で、その応力値はプラント運転条件記憶手段3に予め保存されているプラント運転条件データから計算される。

【0054】また欠陥進展量算出手段4では、欠陥進展量の計算を行うために、ステップS3で、予め欠陥進展データ記憶手段2に保管しておいた欠陥進展線図からなる欠陥進展データを選択し、ステップS4で、それらを用い応力拡大係数に対応する欠陥進展速度を計算する。欠陥進展線図は、疲労により進展する欠陥を対象とする場合は、疲労による繰返し負荷の1サイクル当たりの欠陥進展速度 $da/dn$ と繰返し負荷の最大値と最小値に対応する応力拡大係数の差から求まる応力拡大係数範囲 $\Delta K$ との関係( $da/dn$  vs.  $\Delta K$ )で整理されたものとする。また欠陥進展線図は、応力腐食割れ(SCC)により進展する欠陥を対象とする場合は、単位時間当たりの欠陥進展速度 $da/dt$ とSCC応力値から求まる応力拡大係数Kとの関係( $da/dt$  vs. K)で整理されたものとする。

【0055】欠陥進展量は、ステップS5で、プラント運転条件記憶手段3に保存されているプラント運転条件データに従い、それらに対応する $\Delta K$ あるいはKについて欠陥進展速度を求め、所定の繰返し数増分 $\Delta n$ あるいは時間増分 $\Delta t$ に対する欠陥寸法の増分 $\Delta a$ を計算する



ことで求められる。すなわち、進展前の欠陥寸法にこの増分を加算した $a + \Delta a$ を新たな欠陥寸法とし、この $a + \Delta a$ に対し前記操作と同様に $\Delta K$ あるいは $K$ を求め、増分 $\Delta a$ を計算する計算処理を繰返す。

【0056】欠陥進展シミュレーション手段6では、前記のプラント運転条件記憶手段3で設定されている運転条件とは異なる運転パラメータあるいは異なる時系列的シーケンスで、欠陥の成長予測を行う事ができる。

【0057】欠陥進展シミュレーション手段6で行う欠陥進展シミュレーションは、プラント運転条件記憶手段3で設定されている運転パラメータに限定されず、原子力発電プラントの場合では、プラント冷却媒体の流速、溶存酸素濃度等も含む欠陥進展速度に影響する様々な因子をパラメータとすることができる。このシミュレーション条件は、ステップS6で、シミュレーション条件設定手段5にて設定し、そのデータが欠陥進展シミュレーション手段6で読込まれ、ステップS7で、欠陥進展シミュレーション計算が行われる。そのシミュレーション結果は、ステップS8で、欠陥進展シミュレーションデータとして保存される。

【0058】欠陥進展目標条件入力手段7では、ステップS9で、目標とする欠陥進展量とそれに達するまでの時間からなる欠陥進展目標条件を入力する。この目標値の決定に当たっては、その目標値を満足することがプラント運転の経済性の観点から優位であるかどうかの判断に基づいて、目標設定する。

【0059】運転条件算出手段8では、ステップS10で、欠陥進展シミュレーション手段6でシミュレーションされた欠陥進展シミュレーションデータの中から、欠陥進展目標条件入力手段7で設定された欠陥進展目標条件を満足するシミュレーションデータを検索し、そのシミュレーション結果の入力データとなるシミュレーション条件設定手段5で設定したシミュレーション条件が運転条件として抽出される。

【0060】ここで、ステップS11で、上記欠陥進展シミュレーションデータの中に、欠陥進展目標条件入力手段7で設定された欠陥進展目標条件を満足するデータが無い場合は、ステップS6に戻り、新たなシミュレーション条件で欠陥進展シミュレーション手段6による欠陥進展シミュレーションを再実行し、満足できるシミュレーション条件を求めれば良い。

【0061】ステップS11で、設定された欠陥進展目標条件を満足するデータが有る場合は、制御信号出力手段9により、ステップS12で、運転条件算出手段8で抽出したシミュレーション条件から制御信号データが計算され、ステップS13で、プラントの制御信号として出力される。

【0062】なお、上記運転制御プログラムを記憶した記憶媒体としては、磁気ディスク、フロッピー（登録商標）ディスク、ハードディスク、光ディスク（CD-R

OM、CD-R、DVD等）、光磁気ディスク（MO等）、半導体メモリ等、プログラムを記憶でき、かつコンピュータが読み取り可能な記憶媒体であれば、その記憶形式は何れの形態であっても良い。

【0063】また、記憶媒体からコンピュータにインストールされたプログラムの指示に基づきコンピュータ上で稼動しているOS（オペレーティングシステム）や、データベース管理ソフト、ネットワークソフト等のMW（ミドルウェア）等が、本実施の形態を実現するための各処理の一部を実行しても良い。

【0064】さらに、本実施の形態における記憶媒体は、コンピュータと独立した媒体に限らず、LANやインターネット等により伝送されたプログラムをダウンロードして記憶または一時記憶した記憶媒体も含まれる。

【0065】また、記憶媒体は一つに限らず、複数の媒体から本実施の形態における処理が実行される場合も有効であり、媒体構成は何れの構成であっても良い。

【0066】また、プラント運転条件記憶手段3に代え、当該プラントの設計条件で定められた温度、応力等を欠陥進展量を算出するための負荷条件データとして保存するプラント負荷条件記憶手段を備えるよう構成しても良い。

【0067】（第2の実施の形態）図6は、本発明の第2の実施の形態に係るプラント運転制御装置のブロック構成図である。図6において、図1と同一な部分には同符号を付してある。

【0068】図6に示すプラント運転制御装置では、第1の実施の形態と同様に、制御信号出力手段9でプラントの制御信号が出力されるが、この制御信号に加え、欠陥進展目標条件入力手段7で設定された欠陥進展目標条件に達することが予測される時期、若しくはその時期の前に、プラントの運転を停止する信号を発する安全運転支援手段10を設けている。

【0069】本第2の実施の形態によれば、安全運転支援手段10を設けることにより、プラントの運転を自動停止させることができ、プラントの安全性をより高めることができる。

【0070】（第3の実施の形態）図7は、本発明の第3の実施の形態に係るプラント運転制御装置のブロック構成図である。図7において、図1、図6と同一な部分には同符号を付してある。

【0071】図7に示すプラント運転制御装置では、プラント定期点検時あるいは運転中に欠陥が発見された場合、当該欠陥の存在する部位の温度、応力等のような欠陥進展に影響するパラメータを測定できるようなセンサーを設け、プラント運転中にそれらパラメータのモニタリングデータを欠陥進展計算に用いることにより、進展シミュレーションの精度を上げる。

【0072】一般に原子力発電プラント等の大型機器では、運転条件はプラント主要部の平均温度に対応するも



ので、局所的な部位での温度とは必ずしも一致しない。また、温度等が急激に変動する過渡条件では、場所により温度変動の時間的ずれが生ずる。したがって、局所的に存在する欠陥の進展量を精度良く予測する場合には、その欠陥が存在する近傍で、進展量を支配する応力、温度等のパラメータの値をモニタリングにより知ることができれば、き裂進展の予測精度が上がる。

【0073】ただし、前記パラメータがモニタリングされる時期より時間的に先のパラメータ変動は予測する必要がある。

【0074】図8は、本第3の実施の形態におけるモニタリングデータを利用した場合の欠陥進展シミュレーションを示す図である。図8に示すように、モニタリングデータが時間 $t_1$ まで得られている場合、それを用い進展計算を行うことにより時間 $t_1$ までの区間は精度の良い進展計算ができ、時間 $t_1$ での欠陥の大きさ $a_1$ が計算される。これに対し、時間 $t_1$ 以降 $t_2$ までの区間はモニタリングデータが無いので、欠陥の大きさ $a_1$ を初期値とした進展シミュレーションを行うことになる。したがって、モニタリングされた最新データを随時使い再計算することができれば、図6に示す時間 $t_1$ が、それに応じて $t_2$ に近づくので、最終的な進展予測精度は上がる。

【0075】本第3の実施例の形態の装置の構成としては、図7に示すように、欠陥進展をシミュレーションするための運転条件を設定する手段5に、前述のプラント運転中に計測される欠陥進展に関与するパラメータのモニタリングデータを送るためのモニタリングデータ入力手段11を設けている。このようにモニタリングデータを用いることにより、欠陥進展シミュレーション手段6による欠陥進展シミュレーションの精度を上げることが可能になる。

【0076】(第4の実施の形態)図9は、本発明の第4の実施の形態に係るプラント運転制御装置における運転条件の算出手順を示す図である。図9において、図1、図5、図6と同一な部分には同符号を付してある。

【0077】本第4の実施の形態では第1の実施の形態と同様に、欠陥進展目標条件を入力する欠陥進展目標設定手段7により入力された条件に適合するプラント運転条件を運転条件算出手段8で算出するが、この算出手段8にプラント運転コスト算定部81を設けている。このプラント運転コスト算定部81では、運転条件の変更に伴い変わる運転コスト、あるいは欠陥が検出された機器を修理、交換する場合のそれらに係る費用も含めた運転コスト等、総合的な運転コストを経済的に判断し、プラント運転条件を決定する。

【0078】本第4の実施の形態によれば、プラント運転維持のための総コストを判断し、経済的に有利なプラント運転条件を決定することができる。

【0079】また、本発明は以下の構成を有する。

【0080】[1] 制御信号出力手段に代え、または制

御信号出力手段に加えて、プラントの運転を停止する信号を発する安全運転支援手段を備えたことを特徴とするプラント運転制御装置。

【0081】このように構成された装置においては、欠陥進展目標条件入力手段で設定された欠陥進展目標条件に達することが予測される時期、若しくはその時期の前に、プラントの運転を自動停止させることができ、安全運転を支援することができる。

10 【0082】[2] 運転条件算出手段において、プラント運転に必要な運転コストを算定することを特徴とするプラント運転制御装置。

【0083】このように構成された装置においては、プラント運転条件の違いにより異なるプラント運転コストを運転条件の選択判定に用いることにより、経済的で最適なプラント運転条件を決定することができる。

【0084】[3] 欠陥が検出された機器の修理、交換に係る費用も含めるプラント運転維持コストを算定し、経済的判断により最適なプラント運転条件を決定することを特徴とするプラント運転制御装置。

20 【0085】このように構成された装置においては、機器の修理、交換に係る費用等のプラント運転維持のための総合的なコストに対し、経済性判定に基づく最適なプラント運転条件を決定することができる。

【0086】[4] 欠陥進展時間及び欠陥進展量からなる欠陥進展目標条件に適合するプラント運転条件において、プラント最高温度を、前記運転条件を構成する制御パラメータとすることを特徴とするプラント運転制御装置。

30 【0087】このように構成された装置においては、プラント最高温度を運転制御パラメータとすることができる。

【0088】[5] 上記プラント最高温度に代え、プラント温度の変動サイクルにおける最高温度と最低温度の差を制御パラメータとすることを特徴とするプラント運転制御装置。

【0089】このように構成された装置においては、プラント温度の変動サイクルにおける最高温度と最低温度の差を運転制御パラメータとすることができる。

40 【0090】[6] 上記プラント最高温度に代え、プラント温度の変化速度を制御パラメータとすることを特徴とするプラント運転制御装置。

【0091】このように構成された装置においては、プラント温度の変化速度を運転制御パラメータとすることができる。

【0092】[7] 上記プラント最高温度に代え、プラント冷却媒体の流量または流速等を制御することにより、間接的にプラント運転温度の制御を行うことを特徴とするプラント運転制御装置。

【0093】このように構成された装置においては、プラント冷却媒体の流量または流速等を運転制御パラメー

タとすることができる。

【0094】[8] 欠陥進展目標条件に適合するプラント運転条件について、部材表面に存在する欠陥の内面がプラント冷却媒体と接する場合に対し、前記冷却媒体の化学成分を制御することにより、当該欠陥の進展速度を変えることを特徴とするプラント運転制御装置。

【0095】このように構成された装置においては、冷却媒体の化学成分を運転制御パラメータとすることができる。

【0096】[9] プラント機器を構成する材料の表面あるいは内部に発生する欠陥は、疲労により進展する欠陥を対象とすることを特徴とするプラント運転制御装置。

【0097】このように構成された装置においては、疲労による欠陥進展を制御することができる。

【0098】[10] プラント機器を構成する材料の表面あるいは内部に発生する欠陥は、応力腐食割れ（SCC）により進展する欠陥を対象とすることを特徴とするプラント運転制御装置。

【0099】このように構成された装置においては、応力腐食割れによる欠陥進展を制御することができる。

【0100】[11] プラント機器を構成する材料の表面あるいは内部に発生する欠陥は、クリープにより進展する欠陥を対象とすることを特徴とするプラント運転制御装置。

【0101】このように構成された装置においては、クリープによる欠陥進展を制御することができる。

【0102】なお、本発明は上記各実施の形態のみに限定されず、要旨を変更しない範囲で適宜変形して実施できる。

【0103】

【発明の効果】本発明によれば、欠陥が検出された機器の欠陥許容運転の可否を変更、あるいはそれら機器の修理、交換等の保全作業の時期および範囲を変更することができる。

【0104】プラントの修理・交換作業においては、膨大な作業員および作業特有の機器、設備が必要になるが、複数のプラントで修理・交換工事の時期が重複すると、それに応じ重複した数の作業機器、設備が必要となる。さらに、高い専門性が要求される工事の場合には、それに必要な技能を有した作業員の効率的配置が難しくなる場合も起こる。そこで、欠陥許容運転期間の任意の変更が可能になれば、合理的な保全作業計画を策定し、効率的な工事運営の実現が可能となる。

【0105】また、修理あるいは交換が技術的に難しい機器に対しては、欠陥許容運転の延長が可能になれば、その延長された期間を使い、新たな修理、交換工法を開発する時間的な余裕が生じる。

【0106】さらに、耐用期間末期に近づいた高経年化

プラントに対しては、修理・交換に要する費用と、仮にプラントの出力を低下しても商業運転終了まで修理・交換を最小限に留めることができる運転を選択した場合の効率低下による経済的損失とを比較することにより、トータルコストとして経済的にメリットのあるプラント維持管理の選択肢を選ぶことができ、合理的なプラント運転が可能となる。

【0107】このように本発明によれば、欠陥許容運転の可否の変更あるいはその許容運転期間の変更を可能にするようなプラント運転制御を行うことにより、欠陥が検出された機器の修理あるいは交換の時期ならびにそれらの範囲を、経済的に有利な時期あるいは範囲に変更し、効率的なプラント保全計画、工事で対応することを可能とするプラント運転制御装置、プラント運転制御方法およびプラント運転制御プログラムを記憶した記憶媒体を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係るプラント運転制御装置のブロック構成図。

【図2】本発明の第1の実施の形態に係るプラント運転制御装置の作用説明図。

【図3】本発明の第1の実施の形態に係る運転条件の算出手順における運転パラメータの影響を示す図。

【図4】本発明の第1の実施の形態における効果の一例を示す図。

【図5】本発明の第1の実施の形態における運転制御プログラムの処理手順を示すフローチャート。

【図6】本発明の第2の実施の形態に係るプラント運転制御装置のブロック構成図。

【図7】本発明の第3の実施の形態に係るプラント運転制御装置のブロック構成図。

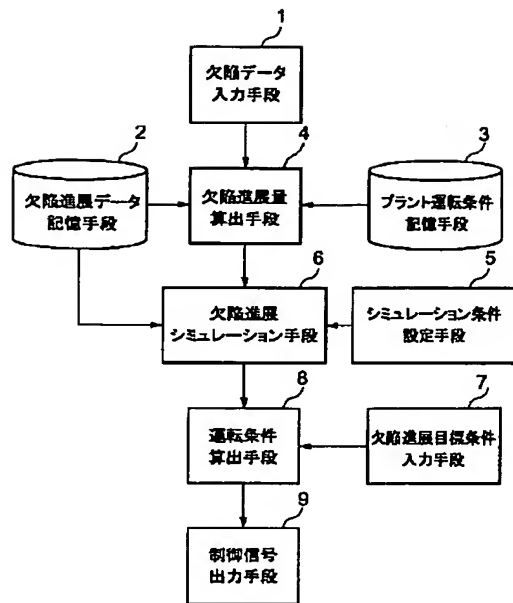
【図8】本発明の第3の実施の形態におけるモニタリングデータを利用した場合の欠陥進展シミュレーションを示す図。

【図9】本発明の第4の実施の形態に係るプラント運転制御装置における運転条件の算出手順を示す図。

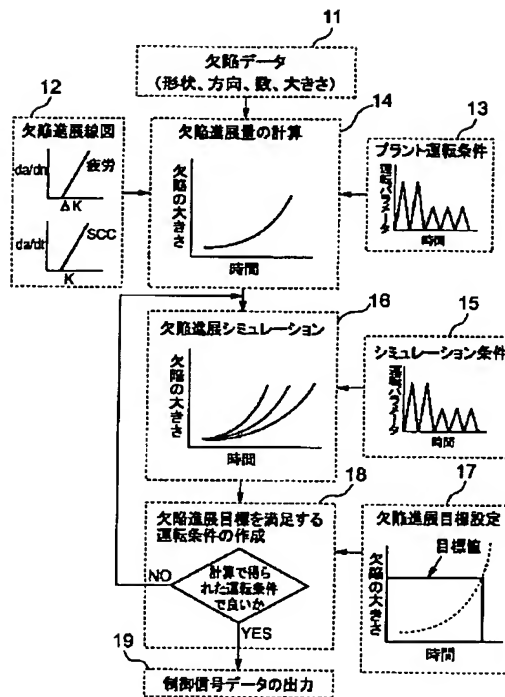
【符号の説明】

- 1…欠陥データ入力手段
- 2…欠陥進展データ記憶手段
- 3…プラント運転条件記憶手段
- 4…欠陥進展量算出手段
- 5…シミュレーション条件設定手段
- 6…欠陥進展シミュレーション手段
- 7…欠陥進展目標条件入力手段
- 8…運転条件算出手段
- 81…プラント運転コスト算定部
- 9…制御信号出力手段
- 10…安全運転支援手段
- 11…モニタリングデータ入力手段

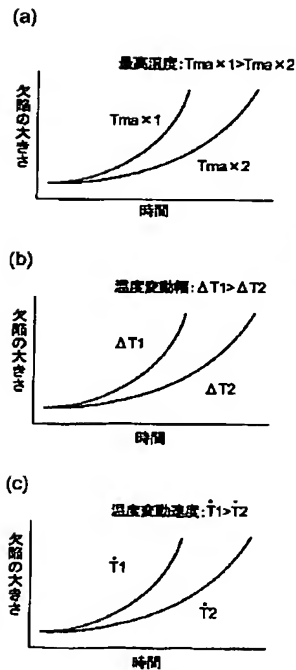
【図1】



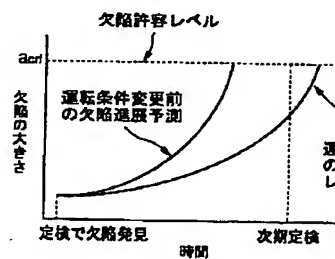
【図2】



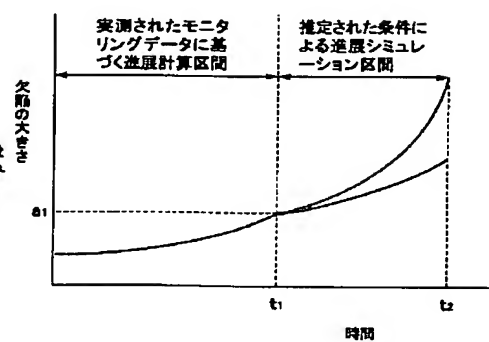
【図3】



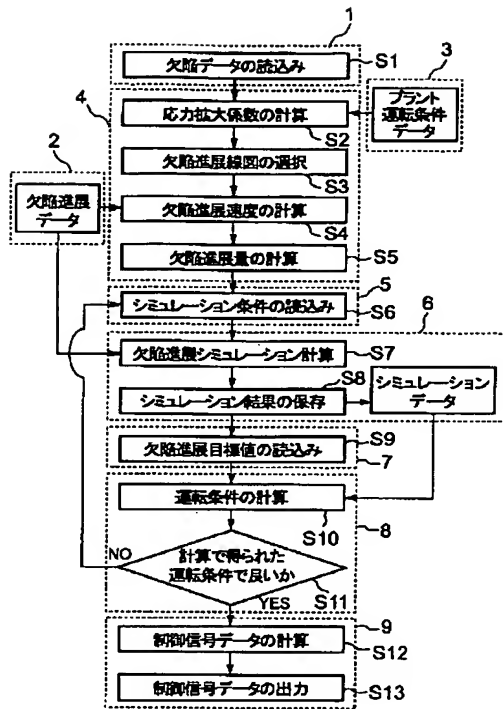
【図4】



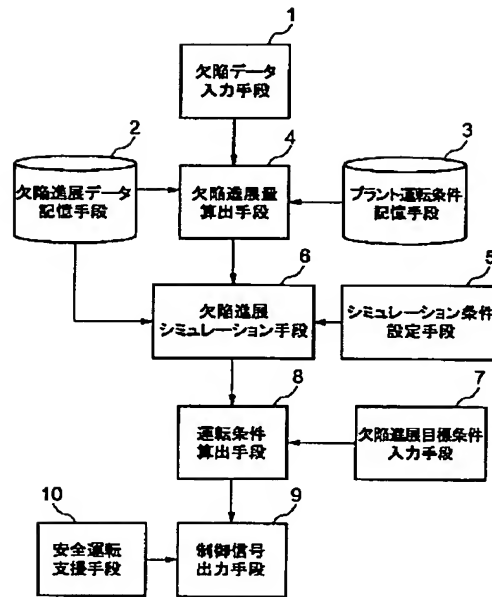
【図8】



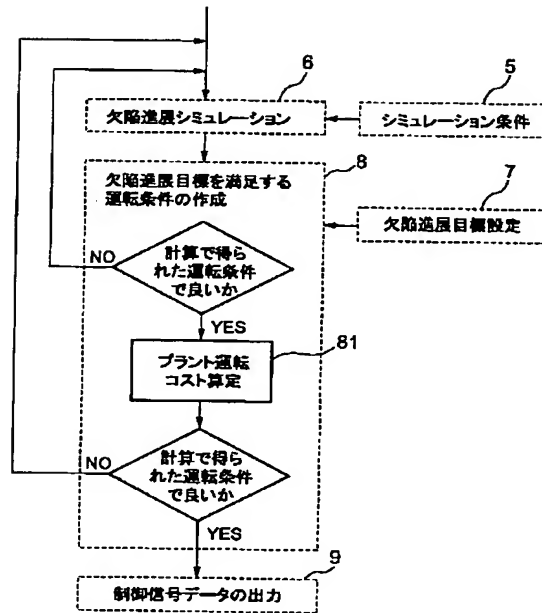
【図 5】



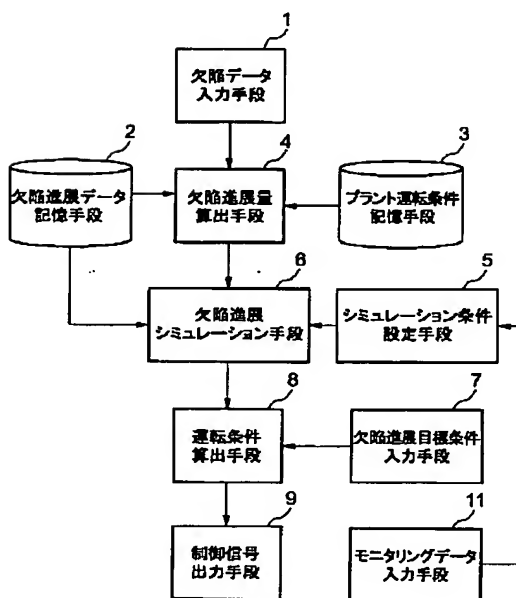
【図 6】



【図 9】



【図 7】



## フロントページの続き

(72)発明者	板谷 雅雄 神奈川県横浜市鶴見区末広町 2 丁目 4 番地 株式会社東芝京浜事業所内	F ターム(参考)	5B049 BB07 CC21 CC31 EE01 EE41
			5B069 AA01 AA18 AA19 BB04 BB16 DD01 JA10
(72)発明者	浅野 政之 神奈川県横浜市鶴見区末広町 2 丁目 4 番地 株式会社東芝京浜事業所内		5E501 AC02 AC17 AC37 BA05 CA03 CB02 EA34 FA13 FA14
			5H209 AA03 BB02 BB03 DD18 DD20 GG01 GG08 HH15
(72)発明者	菊池 正明 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株 式会社東芝横浜事業所内		5H223 AA03 BB02 DD03 EE06 EE30 FF05

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] A defective data input means to input the defective data concerning the defect of the ingredient which constitutes plant equipment, A defective progress data storage means to memorize the defective progress data concerning the ingredient equivalent to a plant component, A plant service-condition storage means to memorize the service-condition sequence of the plant where a service condition is changed with the passage of time, An amount calculation means of defective progress to take out defective progress data and a service-condition sequence from said defective progress data storage means and said plant service-condition storage means, and to compute the amount of progress of the defect concerned, A simulation conditioning means to set up the service condition for carrying out simulation of the defective progress on different conditions from said service condition, The defective progress simulation means which carries out simulation of the defective progress according to the sequence in the service condition set up with this simulation conditioning means, A defective progress target condition input means to input the defective progress target conditions which consist of defective progress time amount and the amount of defective progress, The plant control device characterized by providing a service-condition calculation means to compute the plant service condition which suits the conditions inputted with this defective progress target condition input means, and a control signal output means to output the service condition computed with this service-condition calculation means as a control signal.

[Claim 2] The plant control device according to claim 1 characterized by having the monitoring data input means which makes it possible to receive the data of a parameter which influence the defective progress from the sensor which can measure the parameter which influences defective progress of the part where the defect concerned exists in said simulation conditioning means, and to use for defective progress simulation.

[Claim 3] The plant control device according to claim 1 characterized by using as said defective data the math-processing possible value which consists of the dimension, a direction, a number, etc. to the defect concerned discovered during check of a plant, or operation.

[Claim 4] The plant control device according to claim 1 characterized by inputting what modeled the configuration of the defect discovered during check of a plant, or operation in a different configuration from the discovered configuration as said defective data [claim 5] The plant control device according to claim 3 or 4 characterized by inputting what transposed to the flat-surface defect and modeled the configuration in a half-elliptical or elliptical further by projecting the discovered defect on the principal plane of stress of the member in which the defect concerned is included as said defective data.

[Claim 6] The plant control device according to claim 1 characterized by having a plant load condition storage means to save temperature, stress, etc. which replaced with said plant service-condition storage means, and were defined by the design condition of the plant concerned as load condition data for computing the amount of defective progress.

[Claim 7] The process which inputs the defective data concerning the defect of the ingredient which constitutes plant equipment, The process which computes the amount of progress of the defect concerned according to the service-condition sequence of the plant where a service condition is changed with the passage of time using the defective progress data concerning the ingredient equivalent to a plant component, The process which sets up the service condition for carrying out

- simulation of the defective progress on different conditions from said service condition, The process which carries out simulation of the defective progress according to the sequence in the set-up service condition, The plant operation-control approach characterized by having the process which inputs the defective progress target conditions which consist of defective progress time amount and the amount of defective progress, the process which computes the plant service condition which suits the condition, and the process which outputs the computed service condition as a control signal.
- [Claim 8] A defective data input means to input the defective data applied to the defect of the ingredient which constitutes plant equipment in a computer, A defective progress data storage means to memorize the defective progress data concerning the ingredient equivalent to a plant component, A plant service-condition storage means to memorize the service-condition sequence of the plant where a service condition is changed with the passage of time, Defective progress data and a service-condition sequence are taken out from said defective progress data storage means and said plant service-condition storage means. A simulation conditioning means to set up the service condition for carrying out simulation of the defective progress on different conditions from an amount calculation means of defective progress to compute the amount of progress of the defect concerned, and said service condition, The sequence in the service condition set up with this simulation conditioning means is followed. A defective progress target condition input means to input the defective progress target conditions which consist of the defective progress simulation means, the defective progress time amount, and the amount of defective progress which carry out simulation of the defective progress, A service-condition calculation means to compute the plant service condition which suits the conditions inputted with this defective progress target condition input means, The storage which recorded the plant operation control program for making the service condition computed with this service-condition calculation means into a control signal output means to output as a control signal, and operating it and in which computer reading is possible.

---

[Translation done.]



\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the storage which memorized the control device of a plant, its control approach, and its control program.

[0002]

[Description of the Prior Art] If it can fix and exchange before being able to predict the amount of progress of the defect in an employment period and reaching a dangerous dimension even when a defect exists in the ingredient which constitutes the structure as a convention about reservation of the safety under employment of the structure, and soundness, existence of a defect is permitted and there is a concept of defective permission operation that operation can be continued.

[0003] When this concept is applied to plant operation and a defect is detected to a plant equipment front face or the interior by periodical inspection, the amount of defective progress on the basis of the defect concerned by the evaluation period last stage specified in either the time of a next inspection or the plant service life last stage is predicted by count. And if the prediction dimension is judged to be below an allowed value, the continuation of operation of having permitted existence of a defect till the evaluation period last stage, i.e., defective permission operation, will be permitted, but if judged with said prediction dimension having exceeded the allowed value, the repair and exchange by the evaluation period last stage will be required from the device by which the defect was detected.

[0004] In count of the above amount of defective progress, load conditions added to a defect by the evaluation period last stage, such as temperature and stress, are calculated by the service condition beforehand defined in the plant operation plan. That is, the progress behavior of the after that of the detected defect is uniquely determined by the defective dimension and operation plan when being detected.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the conventional plant defective permission operation, when a defect is discovered, according to the service condition defined in the plant operation plan, the propriety of defective permission operation and the die length of the permission operating period are determined passively, and cannot be changed. Therefore, when a permission operating period is shorter than the period by the next routine inspection stage, repair and exchange must be performed between the routine inspection by which the defect was discovered, or a stop, and repair and exchange must be performed for a plant during operation to the next routine inspection.

[0006] The purpose of this invention by performing a plant operation control which enables modification of the propriety of defective permission operation, or modification of the permission operating period The stages and those range of repair of the device by which the defect was detected, or exchange It changes into an advantageous stage or the advantageous range economically, and is in offering the storage which memorized the plant control device, the plant operation-control approach, and plant operation control program which make it possible to correspond by the efficient plant maintenance plan and construction.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem and to attain the purpose, the storage which memorized the plant control device, the plant operation-control

approach, and plant operation control program of this invention is constituted as the following.

[0008] (1) A defective data input means to input the defective data which the plant control device of this invention requires for the defect of the ingredient which constitutes plant equipment, A defective progress data storage means to memorize the defective progress data concerning the ingredient equivalent to a plant component, A plant service-condition storage means to memorize the service-condition sequence of the plant where a service condition is changed with the passage of time, An amount calculation means of defective progress to take out defective progress data and a service-condition sequence from said defective progress data storage means and said plant service-condition storage means, and to compute the amount of progress of the defect concerned, A simulation conditioning means to set up the service condition for carrying out simulation of the defective progress on different conditions from said service condition, The defective progress simulation means which carries out simulation of the defective progress according to the sequence in the service condition set up with this simulation conditioning means, A defective progress target condition input means to input the defective progress target conditions which consist of defective progress time amount and the amount of defective progress, a service-condition calculation means to compute the plant service condition which suits the conditions inputted with this defective progress target condition input means, and a control signal output means to output the service condition computed with this service-condition calculation means as a control signal -- since -- it is constituted.

[0009] The defective progress target conditions which consist of defective progress time amount and the amount of defective progress using the defective progress data beforehand remembered to be defective entry-of-data information according to the plant control device of this invention can set up, and the plant operation control which becomes possible [ changing the stage of repair and exchange ] can realize by being computed an operation control parameter with which are satisfied of it. [ the device by which the defect was detected ]

[0010] (2) The data of a parameter which influence the defective progress were received from the sensor which the plant control device of this invention is equipment given in the above (1), and can measure the parameter which influences defective progress of the part where the defect concerned exists in said simulation conditioning means, and it has the monitoring data input means which makes it possible to use for defective progress simulation.

[0011] According to the plant control device of this invention, the precision of progress simulation can be raised by using for defective progress count the monitoring data of a parameter which influence defective progress in plant operation.

[0012] (3) The plant control device of this invention uses as said defective data the math-processing possible value which is equipment given in the above (1), and consists of the dimension, a direction, a number, etc. to the defect concerned discovered during check of a plant, or operation.

[0013] According to the plant control device of this invention, since defective data are transmitted to the amount calculation means of defective progress as math-processing possible values, such as digital data, automation of computation and improvement in processing speed can be attained.

[0014] (4) The plant control device of this invention is equipment given in the above (1), and inputs what modeled the configuration of the defect discovered during check of a plant, or operation in a different configuration from the discovered configuration as said defective data.

[0015] According to the plant control device of this invention, it can carry out easily by applying the conventional fracture mechanics to the defect by which defective progress count was modeled.

[0016] (5) The plant control device of this invention is equipment the above (3) or given in (4), and transpose it to a flat-surface defect by projecting the discovered defect on the principal plane of stress of the member in which the defect concerned is included, and it inputs what modeled the configuration in a half-elliptical or elliptical further as said defective data.

[0017] According to the plant control device of this invention, the conventional fracture mechanics formula can be used in defective progress count.

[0018] (6) The plant control device of this invention is equipment given in the above (1), and was replaced with said plant service-condition storage means, and is equipped with a plant load condition storage means to save temperature, stress, etc. which were defined by the design condition of the plant concerned as load condition data for computing the amount of defective progress.

[0019] According to the plant control device of this invention, defective progress count of the load

condition base set up in the mechanical design of a plant is attained.

[0020] (7) The process which inputs the defective data which the plant operation-control approach of this invention requires for the defect of the ingredient which constitutes plant equipment, The process which computes the amount of progress of the defect concerned according to the service-condition sequence of the plant where a service condition is changed with the passage of time using the defective progress data concerning the ingredient equivalent to a plant component, The process which sets up the service condition for carrying out simulation of the defective progress on different conditions from said service condition, The process which carries out simulation of the defective progress according to the sequence in the set-up service condition, It has the process which inputs the defective progress target conditions which consist of defective progress time amount and the amount of defective progress, the process which computes the plant service condition which suits the condition, and the process which outputs the computed service condition as a control signal.

[0021] According to the plant operation-control approach of this invention, it becomes possible to change the stage of repair and exchange of the device by which the defect was detected by compute an operation control parameter with which are satisfied of the defective progress target conditions which consist of defective progress time amount and the amount of defective progress using the defective progress data beforehand remember to be defective entry-of-data information.

[0022] (8) The storage which recorded the plant operation control program of this invention A defective data input means to input the defective data applied to the defect of the ingredient which constitutes plant equipment in a computer, A defective progress data storage means to memorize the defective progress data concerning the ingredient equivalent to a plant component, A plant service-condition storage means to memorize the service-condition sequence of the plant where a service condition is changed with the passage of time, Defective progress data and a service-condition sequence are taken out from said defective progress data storage means and said plant service-condition storage means. A simulation conditioning means to set up the service condition for carrying out simulation of the defective progress on different conditions from an amount calculation means of defective progress to compute the amount of progress of the defect concerned, and said service condition, The sequence in the service condition set up with this simulation conditioning means is followed. A defective progress target condition input means to input the defective progress target conditions which consist of the defective progress simulation means, the defective progress time amount, and the amount of defective progress which carry out simulation of the defective progress, A service-condition calculation means to compute the plant service condition which suits the conditions inputted with this defective progress target condition input means, The plant operation control program for making the service condition computed with this service-condition calculation means into a control signal output means to output as a control signal, and operating it is recorded, and computer reading is possible.

[0023] According to the storage which recorded the plant operation control program of this invention, suppose that it be possible to change the stage of repair and exchange by be compute an operation control parameter with which be satisfied of the defective progress target conditions which consist of defective progress time amount and the amount of defective progress by computer using the defective progress data beforehand remember to be defective entry of data information. [ the device by which the defect be detected ]

[0024]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing.

[0025] (Gestalt of the 1st operation) Drawing 1 is the block block diagram of the plant control device concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention, and drawing 2 is the operation explanatory view.

[0026] The plant control device shown in drawing 1 inputs the defective data which consist of a defective dimension showing the magnitude of the defect discovered by the defective data input means 1 the front face or inside the ingredient etc. [ which constitutes plant equipment ] The defective progress data storage means 2 has memorized the defective progress data about the ingredient equivalent to the plant component beforehand acquired by materials testing etc. The plant service-condition storage means 3 has memorized the service-condition sequence of the plant where

- service conditions, such as temperature and stress, are changed with the passage of time.
- [0027] The amount calculation means 4 of defective progress computes the amount of progress of the defect concerned based on the service-condition sequence acquired from the plant service-condition storage means 3 using the defective progress data obtained from the defective progress data storage means 2. The simulation conditioning means 5 sets up the service condition for carrying out simulation of the defective progress on different conditions from said service condition. The defective progress simulation means 6 carries out simulation of the defective progress using the defective progress data obtained from the defective progress data storage means 2 based on the set-up service-condition sequence.
- [0028] The defective progress target condition input means 7 inputs the defective progress target conditions which consist of defective progress time amount and the amount of defective progress. The service-condition calculation means 8 computes the plant service condition which suits the input condition. The control signal output means 9 outputs the computed service condition as a control signal.
- [0029] In a nuclear power plant and a thermal power station plant, defects, such as a crack, a crack, and a void, occur in connection with the operation passage of time of the plant on the interior or the front face of an ingredient which constitutes plant equipment by fatigue, stress corrosion cracking (SCC), creeps, or those superposition.
- [0030] As shown in drawing 2, with the defective data input means 1, data, such as a configuration of the measured defect, magnitude, a direction, and the number of defects, are inputted as defective data about the defect discovered the front face or inside the ingredient. [ which constitutes plant equipment from processing 11 during routine inspection of a plant, or plant operation ]
- [0031] Here, when using as defective data the defective dimension measured by routine inspection, it can also input using the dimension measured at the time of the routine inspection by which the defect concerned was discovered for the first time with the input means 1 by using as defective data the dimension of the defect concerned re-measured in the inspection after the routine inspection.
- [0032] Moreover, defective data are good also considering the defective dimension for which it asked from what transposed to the flat-surface defect and modeled the configuration in a half-elliptical or elliptical further as input data by projecting a three-dimensional defect or the defect of a complicated configuration on the principal plane of stress of the member in which the defect concerned is included.
- [0033] With the amount calculation means 4 of defective progress, stress intensity factor K value over the defect is calculated based on the plant service condition which consists of operation parameters beforehand saved for the plant service-condition storage means 3 by processing 14 to the defective dimension inputted with the defective data input means 1, such as temperature and stress. As for the formula of a stress intensity factor, the simple valuation plan is packed into the handbook etc. to various defective configurations. (Reference: Murakami, Stress Intensity Factors Handbook, Pergamon Press, 1987) What is necessary is just to build those formulas in the amount calculation means 4 of defective progress therefore.
- [0034] The stress value by which a load is carried out to a member including a defect is required for count of stress intensity factor K value, and the stress value is calculated from a plant service condition as shown in 13 beforehand saved for the plant service-condition storage means 3.
- [0035] Furthermore, the defective progress data which consist of a defective progress diagram as shown in 12 set up to the ingredient equivalent to the ingredient of a member including a defect are required for count of the amount of defective progress, and the defective progress data storage means 2 is made to keep those defective progress data beforehand. The defective progress diagram should be arranged by the relation ( $dca/dn$  vs.  $\Delta K$ ) between defective progress rate  $da/dn$  per 1 cycle repetition load of fatigue, and stress intensity factor range  $\Delta K$  which can be repeatedly found from the difference of the stress intensity factor corresponding to the maximum and the minimum value of a load, when aimed at the defect which progresses by fatigue. Moreover, when aimed at the defect which progresses by stress corrosion cracking (SCC), it should be arranged by relation ( $dca/dt$  vs.  $K$ ) with the stress intensity factor K which can be found from defective progress rate  $da/dt$  and the SCC stress value per unit time amount.
- [0036] Growth prediction of the time defect according to the serial sequence of operation

- parameters, such as temperature set up with the plant service-condition storage means 3 by the above to the defect which has the dimension inputted with the defective data input means 1 with the amount calculation means 4 of defective progress, and stress, can be performed. Consequently, a defect can predict a member including the stage, i.e., a life, to reach the magnitude which causes trouble to operation of a member including the defect concerned, a device, or a plant, or the defect concerned, and the stage to need repair and exchange of a device. In other words, the aforementioned life and repair, and an exchange stage are uniquely determined by the service condition set as the defective dimension and the plant service-condition storage means 3 which were inputted with the defective data input means 1.

[0037] With the defective progress simulation means 6, the serial sequence or a different operation parameter in different conditions from the service condition set up with the aforementioned plant service-condition storage means 3 can perform growth prediction of a defect.

[0038] Here, if the ambient temperature in which the member in which a defect is included exists differs, a defective progress rate will change depending on temperature. (49 Reference :P.

.L.Andresen, Effects of Temperature on Crack Growth Rate in Sensitized Type304 Stainless Steel and Alloy600, Corrosion, vol. No. 9, 1993, p.714) .

[0039] a case so that similarly the defective inside may touch a plant cooling medium like the defect which exists in the device front face of a nuclear power plant -- a defective progress rate -- the rate of flow (reference: Katada, an ingredient, 41 volumes, 1992, p.1648) of a cooling medium, or cooling intermediation -- it changes depending on dissolved oxygen concentration (reference: Higuchi, iron and steel, lecture collected-works 86-S1529, p.245) in the living body.

[0040] The defective progress simulation performed with the defective progress simulation means 6 is not limited to the parameter set up with the plant service-condition storage means 3, but can make a parameter various factors which influence the defective progress rate which contains the rate of flow of a cooling medium, dissolved oxygen concentration, etc. as mentioned above. This simulation condition is set up with the simulation conditioning means 5, as shown in 15, that data is read with the defective progress simulation means 6, and as shown in 16, defective progress simulation is performed. The simulation result can be saved as defective progress simulation data.

[0041] With the defective progress target condition input means 7, the defective progress target conditions which consist of time amount until it reaches the amount of defective progress and it which are made into a target as shown in 17 are inputted.

[0042] With the service-condition calculation means 8, as shown in 18, out of the defective progress simulation data by which simulation was carried out with the defective progress simulation means 6, the simulation data which satisfies the defective progress target conditions set up with the defective progress target condition input means 7 is searched, and the simulation conditions set up with the simulation conditioning means 5 used as the input data of the simulation result are extracted as a service condition.

[0043] Here, in the service-condition calculation means 8, the operation cost at the time of operating a plant according to the simulation conditions with which the aforementioned defective progress target conditions were satisfied of the target condition following judgment processing of being satisfaction may be computed, an economical judgment may be made to the cost, and a final adoption judgment about the simulation conditions with which were satisfied of said defective progress target conditions may be made.

[0044] In addition, when there are no data which satisfy the defective progress target conditions set up with the defective progress target condition input means 7 into the above-mentioned defective progress simulation data, the simulation conditions which can rerun and be satisfied with the processing 16 by the defective progress simulation means 6 of defective progress simulation with return and new simulation conditions can also be searched for.

[0045] Here, as mentioned above, a different parameter from operation parameters beforehand saved for the plant service-condition storage means 3, such as temperature and stress, can also constitute the control parameter which constitutes the service condition computed with the service-condition calculation means 8. For example, in the case of the elevated-temperature device from which temperature changes transitionally like a nuclear power plant and a thermal power station plant throughout [ including the start up and a halt / operation term ], the stress which acts locally is based

- on the thermal stress resulting from temperature fluctuation in many cases.
- [0046] (a) - (c) of drawing 3 is drawing showing the effect of the operation parameter in the calculation procedure of a service condition. As a parameter which controls the defective progress by thermal stress, the temperature range of fluctuation which consists of a difference of a plant maximum temperature, the maximum temperature in a temperature fluctuation cycle, and the minimum temperature, or temperature fluctuation velocity is mentioned. As are shown in (a) of drawing 3, a maximum temperature is shown in (b) of drawing 3, so that it is high and the temperature range of fluctuation is shown in (c) of drawing 3, so that it is large, generally about temperature fluctuation velocity, a defective progress rate becomes early except for late remarkable conditions, so that it is early. A plant maximum temperature, the temperature range of fluctuation or the temperature fluctuation velocity, or they can be chosen as a combination control parameter using these properties.

[0047] With the control signal output means 9, the simulation conditions extracted with the service-condition calculation means 8 are outputted as a control signal of a plant by processing 19.

[0048] Drawing 4 is drawing showing an example of the effectiveness in the gestalt of operation of \*\*\*\* 1. As a result of predicting the defective progress to the next routine inspection according to the service condition which a defect is discovered by the periodic check and set up at the time, suppose that it was predicted that magnitude acri of the defect permitted to the part to which the defect concerned was discovered was reached before resulting in the next routine inspection. In this case, repair of the device by which the defect was discovered, and exchange are needed for throughout [ operation term / before reaching the next routine inspection during the period of the routine inspection by which that defect was discovered ]. Here, operation of a plant must be interrupted when performing repair of a device and exchange at the outside of the routine inspection period defined beforehand therefore.

[0049] With the gestalt of operation of \*\*\*\* 1, the time amount which sets it as magnitude acri of the defect which shows the amount of target defective progress to drawing 4, and which is permitted, and reaches it is set up in the defective progress target condition input means 7 with the time amount to the next routine inspection, or the time amount after the next routine inspection. And a new service condition which the magnitude of the defect which progresses to the next routine inspection with the service-condition calculation means 8 so that may satisfy said defective progress target conditions does not give to the permissible level which requires repair of a device and exchange is computed.

[0050] Therefore, if a plant service condition is changed into the newly computed above-mentioned service condition, doubling the stage of repair of the device by which the defect was discovered, and exchange at the time of the next routine inspection, or extending [ at a stage until it reaches the magnitude of the permissible defect after it ] \*\* will become possible.

[0051] Drawing 5 is a flow chart which shows the procedure of the operation control program in the gestalt of operation of \*\*\*\* 1. In the defective data input means 1, the digital value which consists of the configuration of a defect, a direction, magnitude (dimension), a number, etc. and in which math processing is possible is inputted as defective data at step S1 about the defect discovered during routine inspection of a plant, or plant operation.

[0052] Then, with the amount calculation means 4 of defective progress, based on the plant service-condition data which consist of operation parameters beforehand saved for the plant service-condition storage means 3 at step S2, using the defective dimension inputted with the defective data input means 1 as initial value, such as temperature and stress, stress intensity factor K value is calculated and the amount of defective progress is computed.

[0053] Here, the stress value by which a load is carried out to a member including a defect is required for count of stress intensity factor K value, and the stress value is calculated from the plant service-condition data beforehand saved for the plant service-condition storage means 3.

[0054] Moreover, with the amount calculation means 4 of defective progress, in order to calculate the amount of defective progress, the defective progress data which consist of a defective progress diagram beforehand kept for the defective progress data storage means 2 at step S3 are chosen, and the defective progress rate corresponding to a stress intensity factor is calculated by step S4 using them. The defective progress diagram should be arranged by the relation (deca/dn vs. deltaK)



- between defective progress rate  $da/dn$  per 1 cycle of the repetition load by fatigue, and stress intensity factor range  $\Delta K$  which can be repeatedly found from the difference of the stress intensity factor corresponding to the maximum and the minimum value of a load, when aimed at the defect which progresses by fatigue. Moreover, the defective progress diagram should be arranged by relation ( $dca/dt$  vs.  $K$ ) with the stress intensity factor  $K$  which can be found from defective progress rate  $da/dt$  and the SCC stress value per unit time amount, when aimed at the defect which progresses by stress corrosion cracking (SCC).

[0055] The amount of defective progress is step S5, according to the plant service-condition data saved for the plant service-condition storage means 3, finds a defective progress rate about  $\Delta K$  or  $K$  corresponding to them, and is calculated by calculating increment  $\Delta a$  of a defective dimension to predetermined number-of-cycles increment  $\Delta n$  or time increment  $\Delta t$ . That is,  $a + \Delta a$  which added this increment to the defective dimension before progress is made into a new defective dimension, it asks for  $\Delta K$  or  $K$  like said actuation from this  $a + \Delta a$ , and the computation which calculates increment  $\Delta a$  is repeated.

[0056] With the defective progress simulation means 6, the service condition set up with the aforementioned plant service-condition storage means 3 is a different operation parameter or different serial sequence, and growth prediction of a defect can be performed.

[0057] The defective progress simulation performed with the defective progress simulation means 6 is not limited to the operation parameter set up with the plant service-condition storage means 3, but, in the case of a nuclear power plant, can make a parameter various factors which influence the defective progress rate containing the rate of flow of a plant cooling medium, dissolved oxygen concentration, etc. This simulation condition is step S6, it sets up with the simulation conditioning means 5, and that data is read with the defective progress simulation means 6, it is step S7 and defective progress simulation count is performed. The simulation result is step S8, and is saved as defective progress simulation data.

[0058] With the defective progress target condition input means 7, the defective progress target conditions which consist of time amount until it reaches target amount of defective progress and it in step S9 are inputted. In the decision of this desired value, satisfying that desired value carries out a target setup based on decision whether it is dominance from a viewpoint of the economical efficiency of plant operation.

[0059] With the service-condition calculation means 8, the simulation data which satisfies the defective progress target conditions set up with the defective progress target condition input means 7 at step S10 out of the defective progress simulation data by which simulation was carried out with the defective progress simulation means 6 is searched, and the simulation conditions set up with the simulation conditioning means 5 used as the input data of the simulation result are extracted as a service condition.

[0060] What is necessary is here, just to search for the simulation conditions which can rerun and be satisfied with step S11 of the defective progress simulation by the defective progress simulation means 6 at step S6 with return and new simulation conditions when there are no data with which are satisfied of the defective progress target conditions set up with the defective progress target condition input means 7 into the above-mentioned defective progress simulation data.

[0061] When there are data which are satisfied with step S11 of the set-up defective progress target conditions, by the control signal output means 9, it is step S12, and control signal data are calculated from the simulation conditions extracted with the service-condition calculation means 8, and it is step S13 and is outputted as a control signal of a plant.

[0062] In addition, as a storage which memorized the above-mentioned operation control program, a magnetic disk, a floppy (trademark) disk, a hard disk, optical disks (CD-ROM, CD-R, DVD, etc.), magneto-optic disks (MO etc.), semiconductor memory, etc. can memorize a program, and as long as it is the storage which a computer can read, the storage format may be which gestalt.

[0063] Moreover, MW(s) (middleware), such as OS (operating system) which is working on a computer based on directions of the program installed in the computer from the storage, and database management software, network software, etc. may perform a part of each processing for realizing the gestalt of this operation.

[0064] Furthermore, the storage which the storage in the gestalt of this operation downloaded the



- program transmitted by not only the medium that became independent of a computer but LAN, the Internet, etc., and was memorized or stored temporarily is also contained.
- [0065] Moreover, the storage may be effective not only one but when processing in the gestalt of this operation is performed from two or more media, and a medium configuration may be which configuration.
- [0066] Moreover, it may replace with the plant service-condition storage means 3, and you may constitute so that it may have a plant load condition storage means to save temperature, stress, etc. which were defined by the design condition of the plant concerned as load condition data for computing the amount of defective progress.
- [0067] (Gestalt of the 2nd operation) Drawing 6 is the block block diagram of the plant control device concerning the gestalt of operation of the 2nd of this invention. In drawing 6, the same sign is given to the same part as drawing 1.
- [0068] Although the control signal of a plant is outputted with a control signal output means 9, in the plant control device shown in drawing 6, the safety operation exchange means 10 which emits the signal which suspends operation of a plant the stage when reaching the defective progress target conditions set up with the defective progress target condition input means 7 in addition to this control signal is predicted, or before that stage has established like the gestalt of the 1st operation.
- [0069] According to the gestalt of operation of \*\*\*\* 2, by establishing the safety operation exchange means 10, operation of a plant can be made to be able to stop automatically and the safety of a plant can be raised more.
- [0070] (Gestalt of the 3rd operation) Drawing 7 is the block block diagram of the plant control device concerning the gestalt of operation of the 3rd of this invention. In drawing 7, the same sign is given to the same part as drawing 1 and drawing 6.
- [0071] When a defect is discovered during the time of plant routine inspection, or operation, the precision of progress simulation is raised in the plant control device shown in drawing 7 by forming the sensor which can measure the parameter which influences defective progress of the temperature of the part where the defect concerned exists, stress, etc., and using the monitoring data of these parameters for defective progress count during plant operation.
- [0072] Generally, by large-sized devices, such as a nuclear power plant, a service condition does not correspond to the mean temperature of the plant principal part, and is not necessarily in agreement with the temperature in a local part. Moreover, on the transient conditions on which temperature etc. is changed rapidly, the time lag of temperature fluctuation arises by the location. Therefore, if the value of parameters, such as stress which governs the amount of progress, and temperature, can be known by monitoring in near where the defect exists when predicting the amount of progress of the defect which exists locally with a sufficient precision, the predictability of crack progress will go up.
- [0073] However, it is necessary to predict previous parameter fluctuation in time than the stage when monitoring of said parameter is carried out.
- [0074] Drawing 8 is drawing showing the defective progress simulation at the time of using the monitoring data in the gestalt of operation of \*\*\*\* 3. As shown in drawing 8, when monitoring data are obtained to time amount t1, by performing progress count using it, the section to time amount t1 can perform accurate progress count, and the magnitude a1 of the defect in time amount t1 is calculated. On the other hand, since the section to t2 does not have monitoring data after time amount t1, progress simulation which made magnitude a1 of a defect initial value will be performed. Therefore, if it can re-calculate using the newest data by which monitoring was carried out at any time, since t2 is approached according to it, the time amount t1 shown in drawing 6 will go up final progress predictability.
- [0075] As a configuration of the equipment of the gestalt of the example of \*\*\*\* 3, as shown in drawing 7, the monitoring data input means 11 for sending the monitoring data of the parameter which participates in the defective progress measured during the above-mentioned plant operation by means 5 to set up the service condition for carrying out simulation of the defective progress is established. Thus, by using monitoring data, it becomes possible to raise the precision of the defective progress simulation by the defective progress simulation means 6.
- [0076] (Gestalt of the 4th operation) Drawing 9 is drawing showing the calculation procedure of the service condition in the plant control device concerning the gestalt of operation of the 4th of this

invention. In drawing 9 , the same sign is given to the same part as drawing 1 , drawing 5 , and drawing 6 .

[0077] Although the plant service condition which suits the conditions inputted like the gestalt of the 1st operation by defective progress target setting means 7 to input defective progress target conditions is computed with the service-condition calculation means 8 in the gestalt of operation of \*\*\*\* 4, the plant operation cost calculation section 81 is formed in this calculation means 8. In this plant operation cost calculation section 81, synthetic operation costs, such as operation cost also including the costs concerning them in the case of fixing and exchanging the operation cost which changes with modification of a service condition, or the device by which the defect was detected, are judged economically, and a plant service condition is determined.

[0078] According to the gestalt of operation of \*\*\*\* 4, the total cost for plant operation maintenance can be judged, and an advantageous plant service condition can be determined economically.

[0079] Moreover, this invention has the following configurations.

[0080] [1] The plant control device characterized by having the safety operation exchange means which emits the signal which replaces with a control signal output means, or suspends operation of a plant in addition to a control signal output means.

[0081] Thus, in the constituted equipment, the stage when reaching the defective progress target conditions set up with the defective progress target condition input means is predicted, or before the stage, operation of a plant can be made to be able to stop automatically and a safety operation can be supported.

[0082] [2] The plant control device characterized by calculating operation cost required for plant operation in a service-condition calculation means.

[0083] Thus, in the constituted equipment, the economical and optimal plant service condition can be determined by using for the selection judging of a service condition the plant operation cost which changes with differences in a plant service condition.

[0084] [3] The plant control device characterized by calculating plant operation maintenance cost also including the costs concerning repair of the device by which the defect was detected, and exchange, and determining the optimal plant service condition by the economic judgment.

[0085] Thus, in the constituted equipment, the optimal plant service condition based on an economical efficiency judging can be determined to the synthetic cost for plant operation maintenance of the costs concerning repair of a device and exchange etc.

[0086] [4] The plant control device characterized by using a plant maximum temperature as the control parameter which constitutes said service condition in the plant service condition which suits the defective progress target conditions which consist of defective progress time amount and the amount of defective progress.

[0087] Thus, a plant maximum temperature can be used as an operation control parameter in the constituted equipment.

[0088] [5] The plant control device characterized by replacing with the above-mentioned plant maximum temperature, and using the difference of the maximum temperature in the fluctuation cycle of plant temperature, and the minimum temperature as a control parameter.

[0089] Thus, in the constituted equipment, the difference of the maximum temperature in the fluctuation cycle of plant temperature and the minimum temperature can be used as an operation control parameter.

[0090] [6] The plant control device characterized by replacing with the above-mentioned plant maximum temperature, and using the change rate of plant temperature as a control parameter.

[0091] Thus, the change rate of plant temperature can be used as an operation control parameter in the constituted equipment.

[0092] [7] The plant control device characterized by controlling a plant operating temperature indirectly by replacing with the above-mentioned plant maximum temperature, and controlling a flow rate or the rate of flow of a plant cooling medium etc.

[0093] Thus, in the constituted equipment, a flow rate or the rate of flow of a plant cooling medium etc. can be used as an operation control parameter.

[0094] [8] The plant control device characterized by changing the progress rate of the defect concerned by controlling the chemical entity of said cooling medium about the plant service

condition which suits defective progress target conditions to the case where the inside of the defect which exists in a member front face touches a plant cooling medium.

[0095] Thus, the chemical entity of a cooling medium can be used as an operation control parameter in the constituted equipment.

[0096] [9] The defect generated the front face or inside an ingredient is a plant control device characterized by being aimed at the defect which progresses by fatigue. [ which constitutes plant equipment ]

[0097] Thus, in the constituted equipment, the defective progress by fatigue is controllable.

[0098] [10] The defect generated the front face or inside an ingredient is a plant control device characterized by being aimed at the defect which progresses by stress corrosion cracking (SCC). [ which constitutes plant equipment ]

[0099] Thus, in the constituted equipment, the defective progress by stress corrosion cracking is controllable.

[0100] [11] The defect generated the front face or inside an ingredient is a plant control device characterized by being aimed at the defect which progresses by the creep. [ which constitutes plant equipment ]

[0101] Thus, in the constituted equipment, the defective progress by the creep is controllable.

[0102] In addition, this invention is not limited only to the gestalt of each above-mentioned implementation, but in the range which does not change a summary, deforms suitably and can be carried out.

[0103]

[Effect of the Invention] According to this invention, the stage and range of the maintenance by the propriety of defective permission operation of the device by which the defect was detected, such as modification or repair of these devices, and exchange, can be changed.

[0104] In repair / exchange activity of a plant, although a device peculiar to a huge worker and a huge activity and a facility are needed, when the stage of repair / exchange construction overlaps in two or more plants, a number of activity devices which overlapped according to it, and a facility are needed. Furthermore, also when efficient arrangement of a worker with skill required for it to be the construction as which a high expert is required becomes difficult, it happens. Then, if modification of the arbitration of a defective permission operating period is attained, it will decide upon a rational maintenance work plan, and will become realizable [ efficient construction management ].

[0105] Moreover, repair or exchange will spend the extended period, if extension of defective permission operation is attained [ as opposed to / technically / a difficult device ], and time allowances to develop new repair and an exchange method of construction arise.

[0106] Furthermore, to the high many years past-ized plant approaching the service life last stage, by comparing the costs which repair and exchange take with the economic loss by the degradation at the time of choosing operation which can stop repair and exchange till commercial operation termination to the minimum even if it falls the output of a plant, the alternative of the plant maintenance which has a merit economically as total cost can be chosen, and rational plant operation is attained.

[0107] Thus, by performing a plant operation control which enables modification of the propriety of defective permission operation, or modification of the permission operating period according to this invention The stages and those range of repair of the device by which the defect was detected, or exchange It changes into an advantageous stage or the advantageous range economically, and the storage which memorized the plant control device, the plant operation-control approach, and plant operation control program which make it possible to correspond by the efficient plant maintenance plan and construction can be offered.

---

[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☒ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**